

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11150302  
PUBLICATION DATE : 02-06-99

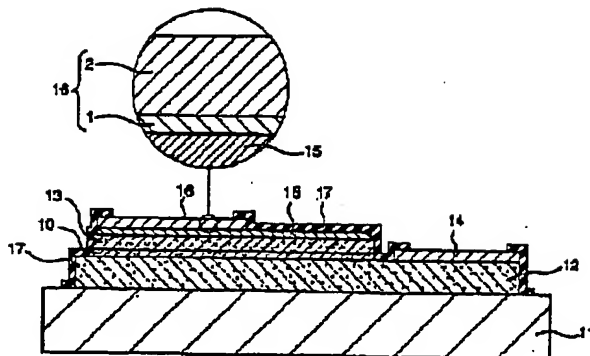
APPLICATION DATE : 14-11-97  
APPLICATION NUMBER : 09331040

APPLICANT : NICHIA CHEM IND LTD;

INVENTOR : TAKAOKA YOSHIKAZU;

INT.CL. : H01L 33/00 H01L 29/43 H01S 3/18

TITLE : NITRIDE SEMICONDUCTOR  
LIGHT-EMITTING ELEMENT



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To inhibit emission of light not output to the outside, and to reduce power loss, by suppressing emission in a light-emitting layer just under a second positive electrode by conducting specific treatment by using a specific metal for first and second positive electrodes.

SOLUTION: A second positive electrode 16 is formed as the laminate of a first electrode layer 1 formed so as to be brought into contact with a first positive electrode while using either of W, Mo, Cr, Ti or Ni as a principal ingredient, and a second electrode layer 2 shaped onto the first electrode layer 1 while employing Au or Pt as a principal ingredient. Emission in a light-emitting layer 10 just under the second positive electrode 16 is suppressed through heat treatment at a fixed temperature. Accordingly, since emission in the light-emitting layer just under the second positive electrode can be restrained without forming a high resistance layer, the nitride semiconductor light-emitting element having excellent power efficiency can be manufactured efficiently.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-150302

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月2日

(51) IntCl<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

C

29/43

H 0 1 S 3/18

H 0 1 S 3/18

H 0 1 L 29/46

Z

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平9-331040

(22) 出願日

平成9年(1997)11月14日

(71) 出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72) 発明者 豊田 達憲

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(72) 発明者 高岡 美和

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

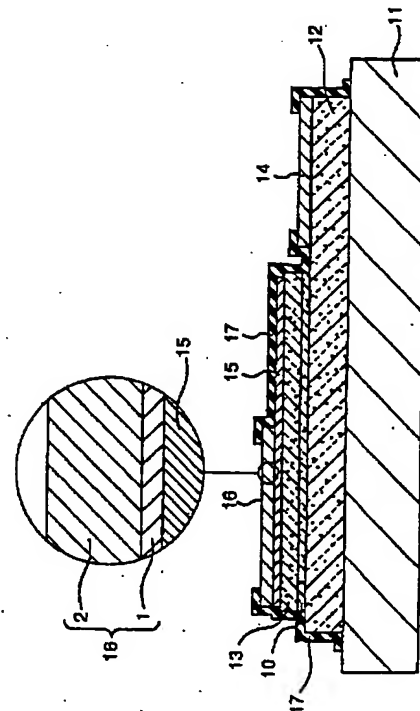
(74) 代理人 弁理士 豊栖 康弘 (外1名)

(54) 【発明の名称】 窒化物半導体発光素子

(57) 【要約】

【課題】 効率よく生産することができる電力効率のよい窒化物半導体発光素子を提供する。

【解決手段】 基板上に発光層を含む1又は2以上の窒化ガリウム系半導体層を介して形成されたp型窒化ガリウム系半導体層と、透光性を有しかつp型窒化ガリウム系半導体層とオーミック接触する第1正電極と、第1正電極上の一部に形成された第2正電極とを備えた窒化物半導体発光素子であって、第2正電極は、W、Mo、Cr、Ti及びNiからなる群から選ばれた少なくとも1つを主成分として第1正電極に接するように形成された第1層と、該第1層上に形成されたAu又はPtを主成分として形成された第2層とを含む積層体が熱処理されたり、第2正電極の直下の発光層における発光を抑制した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に発光層を含む1又は2以上の窒化ガリウム系半導体層を介して形成されたp型窒化ガリウム系半導体層と、透光性を有しかつ上記p型窒化ガリウム系半導体層とオーミック接触する第1正電極と、上記第1正電極上の一部に形成された第2正電極とを備えた窒化物半導体発光素子であって、

上記第2正電極は、W、Mo、Cr、Ti及びNiからなる群から選ばれた少なくとも1つを主成分として上記第1正電極に接するように形成された第1層と、該第1層上に形成されたAu又はPtを主成分として形成された第2層とを含む積層体が熱処理されてなり、上記第2正電極の直下の発光層における発光を抑制したことを特徴とする窒化物半導体発光素子。

【請求項2】 上記第2正電極が、250℃以上750℃以下の所定の温度で熱処理されている請求項1記載の窒化物半導体発光素子。

【請求項3】 上記第1正電極は、Ni、Cr、V、Co、Pd及びAgからなる群から選ばれた少なくとも1種の金属を主成分として上記p型窒化ガリウム系半導体層と接して形成された第3層と、Au、Pt及びIrからなる群から選ばれた少なくとも1つの元素を主成分として形成された第4層とを含む積層体が熱処理されてなる請求項1又は2記載の窒化物半導体発光素子。

【請求項4】 上記第3層は、Ni又はCoを主成分とし、上記第4層は、Au又はPtを主成分として形成された請求項3記載の窒化物半導体発光素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、p型窒化物半導体層に正電極を備えた窒化物半導体素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、窒化物半導体を用いた発光素子が、青色系の発光が可能な発光素子として注目されている。この窒化物半導体を用いた従来の発光素子は、例えば、図6に示すように、サファイヤ基板11上にn型窒化ガリウム系半導体層12を成長させ、そのn型窒化ガリウム系半導体層12上に発光層10を介してp型窒化ガリウム系半導体層13を成長させた層構造を有する。この従来の窒化物半導体発光素子において、図6に示すように、p型窒化ガリウム系半導体層13とオーミック接触可能な金属膜からなり、透光性を有する第1正電極15が形成され、n側の負電極14は、所定の位置で、p型窒化ガリウム系半導体層と発光層をエッチングにより除去してn型窒化ガリウム系半導体層の上面を露出させて、露出させた上面上に形成されている。そして、従来例の窒化物半導体発光素子においては、図6に示すように第1正電極15上の一部に外部回路との接続用に第2正電極116が形成され、さらに素子の保護のために正負の電極の取り

出し部分を除いて絶縁膜17が形成されている。

【0003】以上のように構成された従来例の窒化物半導体発光素子において、発光層10で発光された光は透光性の第1正電極を介して出力されるが、第2正電極116が形成されている部分では、第2正電極116が外部回路と接続されるためにその部分からは光が出力されない。従って、第2正電極116の直下で発光された光は有効な発光としては利用することができずに損失となっており、結果として電力効率を低下させることになる。そこで、従来例では、図6に示すように、第2正電極116と第1正電極15との間に高抵抗層30を形成して、第2正電極116の直下への電流を制限して第2正電極116の直下の発光層における発光を抑制していた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、高抵抗層30を形成した従来の窒化物半導体発光素子では、高抵抗層を形成するための工程が増え、生産効率の低下を招いていた。

【0005】そこで、本発明は、上記問題点を解決して、効率よく生産することができる電力効率のよい窒化物半導体発光素子を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、上述の従来例の問題点を解決するために、高抵抗層30を形成することなく、第2正電極直下の発光層における発光を抑制できる構造を鋭意検討した結果、第1第2正電極に特定の金属を用いて特定の処理をすることにより、第2正電極直下の発光層における発光を抑制できることを見だし、完成させたものである。すなわち、本発明に係る窒化物半導体発光素子は、基板上に発光層を含む1又は2以上の窒化ガリウム系半導体層を介して形成されたp型窒化ガリウム系半導体層と、透光性を有しかつ上記p型窒化ガリウム系半導体層とオーミック接触する第1正電極と、上記第1正電極上の一部に形成された外部回路との接続用の第2正電極とを備えた窒化物半導体発光素子であって、上記第2正電極は、W、Mo、Cr、Ti及びNiからなる群から選ばれた少なくとも1つを主成分として上記第1正電極に接するように形成された第1層と、該第1層上に形成されたAu又はPtを主成分として形成された第2層とを含む積層体が熱処理されてなり、上記第2正電極の直下の発光層における発光を抑制したことを特徴とする。以上のように構成することにより、上記第2正電極の直下の発光層への電流の注入を阻止することができ、上記第2正電極の直下の発光層における発光を抑制できる。これによって、外部に出力されない光の発光を押さえて、電力損失を小さくできるの、極めて電力効率をよくできる。

【0007】また、本発明に係る窒化物半導体発光素子では、上記第2正電極が、250℃以上750℃以下の所定の温度で熱処理されていることが好ましく、これに

よって、より効果的に第2正電極の直下の発光層における発光を抑制できる。

【0008】また、本発明に係る窒化物半導体発光素子では、上記第1正電極は、Ni、Cr、V、Co、Pd及びAgからなる群から選ばれた少なくとも1種の金属を主成分として上記p型窒化ガリウム系半導体層と接して形成された第3層と、Au、Pt及びIrからなる群から選ばれた少なくとも1つの元素を主成分として形成された第4層とを含む積層体を熱処理して形成することができる。

【0009】また、上記窒化物半導体発光素子において、上記第3層は、Ni又はCoを主成分とし、上記第4層は、Au又はPtを主成分として形成されることが好ましい。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明に係る実施の形態について説明する。本発明に係る実施形態の窒化物半導体発光素子は、透光性の正電極15を介して発光した光を出力するいわゆる半導体側発光タイプの発光素子であって、図1に示すように、例えばサファイヤからなる基板11上に、例えば、SiがドーパされたAlInGa<sub>N</sub>からなるn型窒化物半導体層12、例えば、InGa<sub>N</sub>からなる発光層10及び例えば、MgがドーパされたAlInGa<sub>N</sub>からなるp型窒化物半導体層13が順に積層された半導体層構造を有し、正負の電極が以下のように形成されて構成される。すなわち、1つの側面（第1側面）から所定の幅にp型窒化ガリウム系半導体層及び発光層が除去されて露出されたn型窒化ガリウム系半導体層12の上面にn側の負電極14が形成され、p型窒化ガリウム系半導体層13の上面のほぼ全面にp側の第1正電極15が形成される。そして、第1正電極15上の負電極14から離れた位置に第2正電極16が形成され、負電極14上及び第2正電極16上の開口部を除き、各電極及び各半導体層を覆うように絶縁膜17が形成される。

【0011】ここで、本実施形態の窒化物半導体発光素子は、図1において拡大して示すように、第2正電極16を、W、Mo、Cr、Ti又はNiのいずれかを主成分として第1正電極と接触するように形成された第1の電極層1と、Au又はPtを主成分として該第1の電極層1上に形成された第2の電極層2との積層体として形成した後、所定の温度で熱処理をすることを特徴とし、上記第2正電極16の直下の発光層10における発光を抑制している。

【0012】本実施形態における第1正電極15と第2正電極16とについてさらに詳細に説明すると、透光性の第1正電極15は、Niを主成分とするNi層をp型窒化ガリウム系半導体層13に接するように例えば100Åの厚さに形成した後、Ni層上にAuを主成分とするAu層を例えば100Åの厚さに形成する。以上のよ

うに形成したNi層とAu層との積層体を、400℃～700℃の範囲の所定の温度で熱処理することにより、積層構造を逆転させ、p型窒化ガリウム系半導体層13に接する側に主としてAuを分布させ、p型窒化ガリウム系半導体層13から離れた側に主としてNiを分布させる。また、第2正電極16は、第1正電極と接するようにスパッタリング装置等によりW等を例えば200Åの厚さに堆積させることにより第1の電極層1を形成し、この第1の電極層1の上に、Au等を例えば700Åの厚さに堆積させることにより第2の電極層2を形成する。以上のように形成した第1の電極層1と第2の電極層2とを、例えば、350℃の温度で30分間熱処理をする。尚、この第2正電極の熱処理は、上述の350℃に限定されるものではなく、比較的広い範囲の熱処理で効果が得られる。しかしながら、本発明では、250℃～750℃の範囲であることが好ましい。従って、本実施形態では、上述の第1正電極15と第2正電極16の熱処理を同時に行ってもよい。また、第2正電極の熱処理は、絶縁膜17を形成した後に最終工程で熱処理するようにしてもよい。さらに、後の工程で発光素子に熱が加えられる場合には、熱処理をその工程で代用してもよい。

【0013】次に、実施形態の窒化物半導体発光素子の発光状態を確認した結果について説明する。尚、この発光状態の確認に用いた窒化物半導体発光素子における第1正電極15と第2正電極16とは以下のように形成した。透光性の第1正電極15は、Ni層を100Åの厚さに形成した後、Au層を100Åの厚さに形成し、550℃の温度で熱処理をして形成した。また、第2正電極16は、Wを200Åの厚さに堆積させることにより第1の電極層1を形成し、その上にAuを700Åの厚さに堆積させることにより第2の電極層2を形成した後、350℃の温度で30分間熱処理して形成した。

【0014】また、図2は、発光状態の確認に用いた試料の概略構成を示す模式的な断面図であって、ここでは、発光素子を図2に示すようにフィリップチップボンディングして、基板11側から発光状態を確認した。尚、この試料において、ベース基板21上には発光素子の正負の電極に電圧を印加するための電極23a、23bが形成され、該電極23a、23bと第2正電極16及び負電極14との接続はそれぞれ、導電性樹脂22a、22bを用いて行った。

【0015】以上のように構成された図2の試料に、発光素子の順方向電流が20mAになるように電圧を印加して、発光層10における発光強度分布を基板11側から測定し、その結果を図4に示す。ここで、図4には、図3に示すA-A'線における位置に対する発光強度を示して、発光強度はc点における発光強度を1としたときの相対値で示している。尚、本試料において、a-b間は、第2正電極16の直下である。また、a点を

0としたとき、b点は100 $\mu$ mであり、c点は175 $\mu$ mである。図4から明らかなように、本実施形態の窒化物半導体発光素子では、第2正電極16の直下の発光層における発光が抑制されていることがわかる。

【0016】次に、第1正電極15及び第2正電極16

(第1の電極層1及び第2の電極層2)として種々の金属を組み合わせる同様の検討を行った結果を表1に示し説明する。

【0017】

【表1】

第2正電極16	第1正電極15		
	Ni/Pt	Ni/Au	Co/Au
Au	x	x	x
W/Au	○	○	○
Mo/Au	○	○	○
Cr/Au	○	○	○
Ti/Au	○	○	○
Ni/Au	○	○	○
Pt	x	x	x
W/Pt	○	○	○
Mo/Pt	○	○	○
Cr/Pt	○	○	○
Ti/Pt	○	○	○
Ni/Pt	○	○	○

【0018】表1の第2正電極16の欄において、(／)の左側に記載した元素は、第1の電極層1として形成したものを示し、(／)の右側に記載した元素は、第2の電極層2として形成したものを示す。また、第1正電極15の欄において、(／)の左側に記載した元素は、p型窒化ガリウム系半導体層に接するように形成された元素を示す。尚、本検討において、第1の電極層1は、200Åの厚さに形成し、第2電極層2は7000Åの厚さに形成して、300℃で熱処理をした。また、熱処理温度は、250℃から750℃の範囲であれば、良好な結果が得られることを確認した。

【0019】以上詳細に説明したように、本実施形態の窒化物半導体発光素子では、第2正電極16を、W、Mo、Cr、Ti又はNiのいずれかを主成分として第1正電極15と接触するように形成された第1の電極層1と、Au又はPtを主成分として該第1の電極層1上に形成された第2の電極層2との積層体として形成した後、所定の温度で熱処理している。これによって、第2正電極16直下における発光層10の電流の流入を阻止でき発光を抑制できるので、第2正電極16直下の発光層10における電力損失を小さくでき、効率的な発光をさせることができる。ここで、第1正電極15は、Ni/Pt、Co/Pt、Ni/Au及びCo/Auのいずれでも同様の効果を有する。

【0020】尚、本発明では、第1正電極15の第1層

は、上記Ni、Coに限らず、例えば、Cr、V、Ag、Pdでも良く、第1正電極の第2層は、Pt、Auに限らず、例えば、例えば、Irでもよい。以上例示した上記各金属を用いることにより、p型窒化ガリウム系半導体層13とオーミック接触が可能な第1正電極を形成できる。すなわち、本発明は、第1正電極の金属は特に限定されるものではなく、第1正電極は、p型窒化ガリウム系半導体層13とオーミック接触するものであれば適用できる。尚、第1正電極15は、400℃以上750℃以下の所定の温度で熱処理することが好ましく、これによって、より効果的なオーミック接触を確保できる。

【0021】尚、半導体側発光の発光素子は、さらに発光効率を良くし、また発光した光を効果的に出力するために、例えば、図5に示すように、負電極140と取り出し電極160とを対角線上に配置した電極構造とすることもできる。すなわち、負電極140は、p型窒化ガリウム系半導体層を1つの隅部において除去して露出させたn型窒化ガリウム系半導体層12の表面に形成され、正電極150は、p型窒化ガリウム系半導体層130のほぼ全面に形成され、取り出し電極160は、負電極140と対角をなす位置に形成される。以上のように構成することにより、実施形態と同様の効果を有し、さらに発光効率を高くできる。

【0022】以上の実施形態1、2では、n型窒化ガリ

ウム系半導体層12、活性層10及びp型窒化ガリウム系半導体層13を備えた窒化物半導体層素子について示したが、本発明はこれに限らず、バッファ層等のその他の半導体層を備えていてもよいことはいうまでもない。他の半導体層を備えていても本発明を適用することができ、実施形態と同様の作用効果を有する。

【0023】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明に係る窒化物半導体素子において、上記第2正電極は、W、Mo、Cr、Ti及びNiからなる群から選ばれた少なくとも1つを主成分とする第1層と、Au又はPtを主成分として形成された第2層とを含む積層体が熱処理されて形成されているので、上記第2正電極の直下の発光層への電流の注入を阻止することができる。従って、本発明によれば、高抵抗層を形成することなく、上記第2正電極の直下の発光層における発光を抑制できるので、電力効率のよい窒化物半導体発光素子を効率良く製造できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る実施形態の窒化物半導体発光素子の模式断面図である。

【図2】 実施形態の窒化物半導体発光素子の発光状態を確認するための試料の断面図である。

【図3】 発光状態を確認するための測定位置を示すための実施形態の窒化物半導体発光素子の平面図である。

【図4】 実施形態の窒化物半導体発光素子の発光状態を示すグラフである。

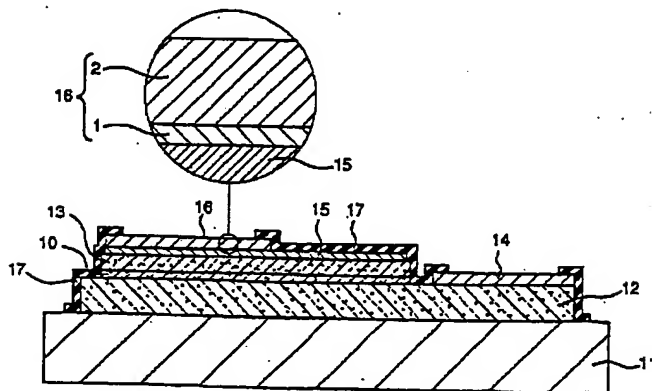
【図5】 本発明に係る変形例の窒化物半導体素子の電極構成を示す平面図である。

【図6】 従来例の窒化物半導体発光素子の構成を示す模式断面図である。

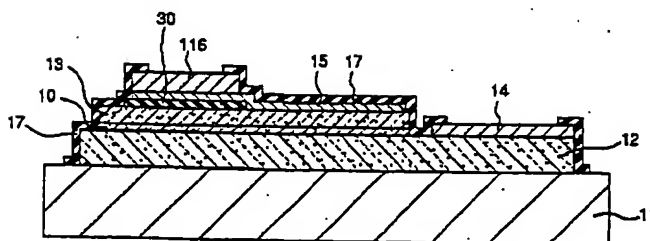
【符号の説明】

- 1…第1の電極層、
- 2…第2の電極層、
- 10…活性層、
- 11…基板、
- 12…n型窒化ガリウム系半導体層、
- 13…p型窒化ガリウム系半導体層、
- 14…負電極、
- 15…第1正電極、
- 16…第2正電極、
- 17…絶縁膜、

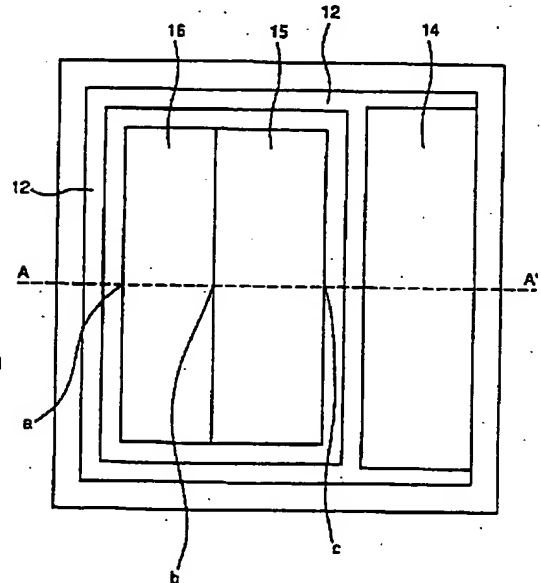
【図1】



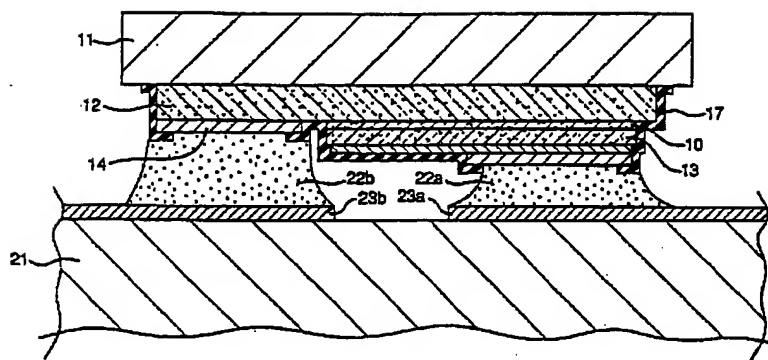
【図6】



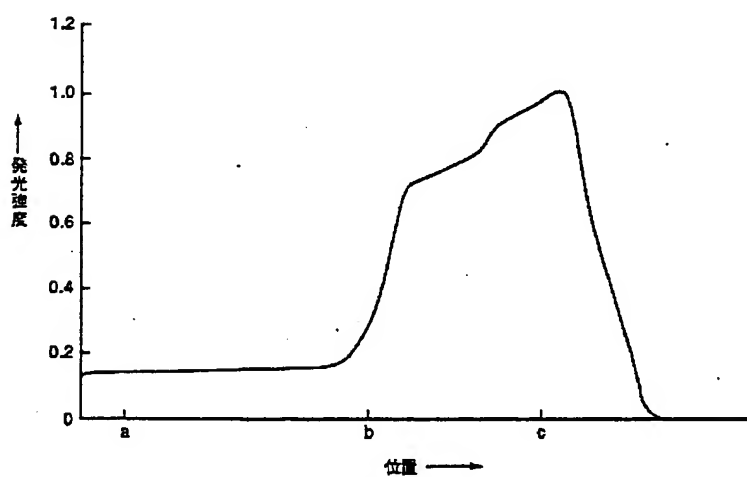
【図3】



【図2】



【図4】



【図5】

